

SORATIEN KULUTUSKERROKSEN VALINTA



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
KUNNOSSAPITOTOIMISTO
TVH: 741993



SORATIEN KULUTUSKERROKSEN VALINTA

ALKUSAHAT	1
SISÄLLYSLUETTELO	2
1. TAVOITE	3
2. YLEISTEN TEIDEN PITUUS PÄÄLLYSTETYYPEITTÄIN	3
3. SORATIEN TAVOITEKANTAVUUS	6
4. PÄÄLLYSRAKENTEEN MITOITUS	7
4.1 Kuormituskertaluku	7
4.2 Mitoituksen mukainen tavoitekantavuus	10
5. PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN PAKSUUDET	11
6. RAKENTEEN PARANTAMISEN KUSTANNUKSET	13
6.1 Kunnossapidon varatyöratkaisu	13
6.2 Investointiratkaisu	14
6.3 Rakenteen parantamisen km-kustannukset	14
7. HOITO- JA KUNNOSTUSKUSTANNUKSET ERI PÄÄL- LYSTEILLÄ	17
8. AJOKUSTANNUKSET ERI PÄÄLLYSTEILLÄ	19
8.1 Ajokustannukset keskimäärin	19
8.2 Ajoneuvokustannukset	19
8.3 Aikakustannukset	23
8.4 Päällystämisen ajokustannussäästöt ..	24
9. YHTEENVETO SORATIEN RAKENTEEN PARANTAMISEN KUSTANNUSVAIKUTUKSISTA	25

ALKUSANAT

Tämä soratien kulutuskerroksen valinta-raportti on tarkoitettu käytettäväksi harkittaessa sorateiden päällystämistä.

Soratien kulutuskerroksen valinta perustuu tässä raportissa tienpitäjän ja -käyttäjän välisten kustannusten vertailuun.

Selvitystyötä varten tie- ja vesirakennushallitus asetti 14.8.1978 kirjeellään TVH O/Kp-88 työryhmän, jonka tehtävänä oli laatia soratien kulutuskerroksen valintakriteerit. Työryhmän puheenjohtajaksi määrättiin tekn.tri Asko Saarela (Kp) ja jäseniksi dipl.ins. Kari Pipinen (Rtr), dipl.ins. Mats Reihe (Rmt) sekä dipl.ins. Martti Kuitunen (Rrt). Työryhmä otti sihteerikseen dipl.ins. Matti Ruudin (Tt). Työryhmän ulkopuolisina asiantuntijoina ovat olleet mm. dipl.ins. Mikko Jokinen (Tt) ja rak.mest. Reijo Orama (Rmt).

Selvitystyöstä laadittiin aluksi esiraportti, josta piireiltä ja eräiltä toimistoilta pyydettiin lausunnot. Loppuraportin työryhmä laati esiraportin ja saatujen lausuntojen pohjalta ottaen lisäksi huomioon muuttuneen hintatason.

Tie- ja vesirakennushallituksessa huhtikuussa 1980

Asko Saarela,

Työryhmän puheenjohtaja

*Vuosi-ohje tulostin 1983
"Päällystyspolitiikka"*

1. TAVOITE

Tavoitteena on selvittää millä liikennemäärillä soratien parantaminen öljysoralla tai asfalttibetonilla tulee kysymykseen.

Tarkastelu suoritetaan selvittämällä kunnossapitäjän ja tienkäyttäjän kustannukset kolmessa eri vaihtoehdossa sen mukaan päällystetäänkö soratie öljysoralla tai asfalttibetonilla vai säilytetäänkö se sorapäällysteisenä.

Tämän selvityksen tuloksia voi käyttää hyväksi tiepiireissä harkittaessa soratien kunnossapitoa hoidon, kunnostuksen tai rakenteen parantamisen keinoin.

2. YLEISTEN TEIDEN PITUUS PÄÄLLYSTETYYPEITTÄIN

Maassamme oli 1.1.1980 yleisiä teitä (pl. lauttavälit) 74 626 km, joista sorapäällysteisiä teitä oli 40 258 km eli noin 54 %.

Taulukkoon 1a on merkitty kunnossapitoluokittain sora-, kevyt- ja kestopäällysteteiden pituudet. Kevytpäällysteisistä teistä 94 % on päällystetty öljysoralla ja 6 % bitumiliuosoralla. Kestopäällysteisistä teistä 98 % on päällystetty asfalttibetonilla, 1 % bitumisoralla ja 1 % muilla päällysteillä (sementtibetoni, asfalttibetonin sirotepintausta, öljysoran sirotepintausta, bitumiliuossoran sirotepintausta). Taulukkoon 1b on merkitty eri päällystetyyppien prosenttijakautuma kussakin kunnossapitoluokassa.

Taulukko 1a. Tiepituudet (pl. lauttavälit) eri kunnossapitoluokissa 1.1.1980

Kunnossa- pito- luokka	Päällyste (km)			Yleiset tiet yhteensä
	Sora	Kevyt	Kesto	
1	-	-	272	272
2	-	-	767	767
3	57	486	6 759	7 302
4	939	7 455	4 490	12 884
5	9 605	8 920	733	19 258
6	15 144	3 057	93	18 294
7	13 927	995	22	14 944
puuttuu	586	85	234	905
1 - 7	40 258	20 998	13 370	74 626

Taulukko 1b. Tiepituuksien prosenttijakautumat eri kunnossapitoluokissa 1.1.1980

Kunnossa- pito- luokka	Päällyste (%)			Kunnossa- pitoluokka yhteensä
	Sora	Kevyt	Kesto	
1	-	-	100	100
2	-	-	100	100
3	1	7	92	100
4	7	58	35	100
5	50	46	4	100
6	83	17	0	100
7	93	7	0	100
1 - 7	54	28	18	100

Soratiet kuuluvat kunnossapitoluokkiin 3 - 7, joihin tämän selvityksen tarkastelut rajataan. Taulukkoon 2 on merkitty piireittäin sorateiden pituudet eri kunnossapitoluokissa.

Taulukko 2. Sorateiden osuudet 1.1.1980 kunnossapitoluokittain eri tie- ja vesirakennuspiireissä

Tie- ja vesirakennuspiiri	Kunnossapitoluokka								Soratieht. yht.
	1	2	3	4	5	6	7	Tuntematon	
	%								km
Uusimaa	-	-	0	8	30	36	20	6	2 057
Turku	-	-	0	2	26	39	29	4	4 462
Häme	-	-	0	6	32	39	22	1	4 085
Kymi	-	-	-	3	24	43	30	-	2 344
Mikkeli	-	-	-	1	17	47	34	1	2 989
Pohjois-Karjala	-	-	-	1	22	42	34	1	3 438
Kuopio	-	-	-	1	24	40	35	-	3 842
Keski-Suomi	-	-	0	2	32	36	30	-	2 887
Vaasa	-	-	0	2	33	41	24	-	3 623
Keski-Pohjanmaa	-	-	-	1	19	39	41	-	1 667
Oulu	-	-	1	1	15	32	43	8	2 588
Kainuu	-	-	-	-	7	24	69	-	2 497
Lappi	-	-	-	1	20	30	49	-	3 779
Koko maa	-	-	0	2	24	38	35	1	40 258

Vuonna 1979 sora-, öljysora- ja asfalttibetoniteillä oli kunnossapitoluokissa 3 - 7 taulukon 3 mukaiset liikennemäärät.

Taulukko 3. Keskimääräinen vuorokausiliikenne kunnossapitoluokissa 3 - 7 päällystetyypeittäin vuonna 1979

Kunnossapitoluokka (KVL-rajoineen)	Keskimääräinen KVL (autoa)		
	Soratie	ÖS	AB
7 (0 - 100)	67	70	64
6 (101 - 200)	143	154	160
5 (201 - 500)	290	344	378
4 (501 - 1500)	685	779	1 030
3 (1501 - 6000)	2 321	1 985	2 831

3. SORATIEN TAVOITEKANTAVUUS

Tie- ja vesirakennushallituksen tiensuunnittelutoimistossa ja maatutkimustoimistossa on tehty rakenteiden parantamisen suunnitteluohje, jossa parannetulta tieltä vaadittava kantavuus määräytyy kuormituskertaluvun ja päällystetyypin mukaan (taulukko 4).

Taulukko 4. Parannetun tien kevätkantavuuden tavoitearvot

Kuormituskertaluku K_{20}	Kevätkantavuustavoite päällystetyypeittäin (MN/m^2)		
	SR	ÖS	AB
alle $3 \cdot 10^4$	80	110	150
$3 \cdot 10^4 - 10^5$	90	120	150
$10^5 - 3 \cdot 10^5$		130	165
$3 \cdot 10^5 - 8 \cdot 10^5$		140	185

Kyseiset tavoitekantavuudet ovat parannetun tien päällysteen päältä mitattavia kantavuuksia. Rakennettavien päällysrakennekerrosten on katettava se osa tavoitekantavuudesta, jota parannettavan tien nykyinen kantavuus ei riitä kattamaan.

Parantamattoman tien kantavuusarvon laskemista varten tie jaetaan mahdollisimman yhtenäisiin jaksoihin. Kultakin jaksolta tien kantavuus saadaan mitattujen kantavuuksien keskiarvona, josta vähennetään mittaustulosten keskihajonta ei kuitenkaan enempää kuin 30 % keskiarvosta.

$$E_2 = \bar{E} - \lambda \quad (\text{kun } \lambda \leq 30 \% \bar{E})$$

$$E_2 = 0,7 \bar{E} \quad (\text{kun } \lambda > 30 \% \bar{E})$$

$$\lambda = \sqrt{\sum (\bar{E}_i - \bar{E})^2 / (n-1)}$$

missä E_2 = parantamattoman tien kevätkantavuus
 \bar{E} = mittaustulosten keskiarvo
 \bar{E}_i = yksittäinen mittaustulos
 n = mittausten lukumäärä

4. PÄÄLLYSRAKENTEEN MITOITUS

4.1 Kuormituskertaluku

Tien rakenne suunnitellaan yleensä kestäämään liikenteen kuormitus tietyn mitoitusajanjakson verran. Tässä selvityksessä mitoitusajanjakson pituudeksi on valittu 20 vuotta. Tien rakenne saavuttaa kriittisen ikänsä juuri ennen uusintapäällystystä, joka vähäliikenteisillä teillä tulee kysymykseen noin 5 - 15 vuoden kuluttua ensimmäisestä päällystämisestä.

Mitoitusajanjakson liikenteen aiheuttama kuormituskertojen lukumäärä (K_t) lasketaan kaavalla:

$$K_t = t \cdot 365 \cdot m \cdot \sum_{i=1}^3 \left(\frac{1 + k_i}{2} \right) KVL_i \cdot e_i$$

missä

t = mitoitusajanjakson pituus (vuotta)

m = tienpinnan kokonaisleveydestä riippuva kerroin:

leveys ≥ 9 metriä, $m = 0,5$

leveys ~ 8 metriä, $m = 0,75$

leveys ≤ 7 metriä, $m = 1,0$ (käytetty jatkossa)

i = ajoneuvoryhmä:

1 = henkilöautot + pakettiautot

2 = perävaunuttomat kuorma-autot + linja-autot

3 = perävaunulliset kuorma-autot

k_i = ajoneuvoryhmän i liikenteen kasvukerroin 20 vuoden aikana

$k_1 = 1,75$

$k_2 = 1,21$

$k_3 = 1,10$

KVL_i = ajoneuvoryhmän i keskivuorokausiliikenne tien parantamisvuonna

e_i = ajoneuvoryhmän i vastaavuuskerroin (kpl 100 kN yksikköäkselia) vuoden 1979 tilanteessa

$e_1 = 0,0003$

$e_2 = 0,35$

$e_3 = 1,40$

sijoittamalla em. tekijöiden arvot kuormituskertaluvun kaavaan voidaan se kirjoittaa muotoon:

$$K_{20} = 3 KVL_1 + 2800 KVL_2 + 10700 KVL_3$$

Kuormituskertaluku voidaan laskea, tosin hieman karkeam-
malla tasolla, myös siinä tapauksessa että liikenteen
koostumus on tuntematon. Tällöin käytetään koko maan sora-
päällysteisten yleisten teiden keskimääräistä liikenteen
koostumusta, joka vuonna 1979 oli:

HA	84,1 %
PA	6,2 %
LA	3,0 %
KAIP	6,3 %
KAPP	0,0 %
KAVP	0,4 %

Kuormituskertaluvun kaavaksi tulee tällöin $K_{20} = 310 \cdot KVL$.

Päällystetyillä teillä liikenteen koostumus poikkeaa hieman
siitä, mitä se on sorateilla. Taulukossa 5 on vertailun
vuoksi esitetty liikenteen koostumus myös öljysora- ja
asfalttibetonipäällysteisillä teillä.

Taulukko 5. Liikenteen koostumus vuonna 1979

Ajo- neuvo- tyyppi	SR- tie	ös- tie	AB- tie	Yleiset tiet yht.
	%			
HA	84.1	83.3	81.7	82.4
PA	6.2	6.2	5.6	5.8
LA	3.0	2.5	2.0	2.2
KAIP	6.3	5.8	5.3	5.5
KAPP	0.0	0.1	1.2	0.8
KAVP	0.4	2.1	4.2	3.3
Yht.	100.0	100.0	100.0	100.0

4.2 Mitoituksen mukainen tavoitekantavuus

Kysymykseen tulevat päällysrakennevaihtoehdot ja niiden tavoitekantavuudet saadaan selville laskemalla kuormituskertaluku kaavalla

$$K_{20} = 3 \cdot KVL_{ha+pa} + 2800 \cdot KVL_{la+kaip} + 10700 \cdot KVL_{kapp+kavp}$$

tai kaavalla

$$K_{20} = 310 \cdot KVL$$

ja vertaamalla saatua tulosta taulukkoon 4, jossa kunkin päällystetyypin osalta on erikseen esitetty kuormituskertalukua vastaava tavoitekantavuus.

Sorateiden keskimääräisen liikennesäätömuksen mukaan laskettuna ($K_{20} = 310 \cdot KVL$) tulevat edellä mainitut päällysrakennevaihtoehdot kysymykseen seuraavilla liikennemäärillä

Keski vuoro- kausiliikenne KVL (autoa/d)	Tavoitekantavuus eri päällystetyypeillä		
	Soratiet	Öljysoratiet	Asfalttibetonitiet
	MN/m ²		
0 - 100	80	110	150
100 - 300	90	120	150
300 - 1000		130	165
1000 - 2600		140	185

5. PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN PAKSUUDET

Parannettavalle tielle rakennettavien päällysrakennekerrosten tulee lisätä tien kantavuutta niin paljon että tavoite-kantavuus saavutetaan. Tarvittava kantavuuslisä (ΔE) laske-taan kaavalla:

$$\Delta E = E_{\text{tavoite}} - E_2$$

missä E_2 on luvun 3. mukainen parantamattoman tien kevät-kantavuusarvo (MN/m^2).

Sidottujen kulutuskerrosten osalta päällystepaksuudet määräytyvät kuormituskertaluvun perusteella seuraavasti:

Öljysora: K_{20} alle 10^5 , paksuus 30 mm (80 kg/m^2)
 K_{20} yli 10^5 , paksuus 40 mm (100 kg/m^2)

Asfaltti: K_{20} alle $3 \cdot 10^5$, paksuus 40 mm (100 kg/m^2)
 K_{20} yli $3 \cdot 10^5$, paksuus 40-50 mm ($100-120 \text{ kg/m}^2$)

Jälkimmäisessä tapauksessa päällysteen paksuus 50 mm tulee kysymykseen, jos tietä käyttävistä kuorma-autoista huomattava osa on keskimääräistä raskaammin kuormattuja (esim. puutavara- ja so-raliikenne).

Sidottuja kulutuskerroksia ei pidä rakentaa suoraan vanhan tien päälle, vaan väliin on aina tehtävä sitomaton kantava kerros. Se rakennetaan yleensä murskeesta ja sen vähimmäis-paksuus on 100 mm.

Edellä mainitut päällysrakennepaksuudet ovat vähimmäisvaa-timuksia kun soratie parannetaan rakentamalla sidottu päällyste. Näiden minimiratkaisujen aikaansaama kantavuus-lisä on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Vähimmäisvaatimusten mukaisten päällysrakennepaksuuksien mukaiset kantavuuslisät (MN/m^2)

Päällysrakenne	Sidottu kerros (MN/m^2)	Kantava kerros (MN/m^2)	Yhteensä (MN/m^2)
ÖS 30 mm + murske 100 mm	10	20	30
ÖS 40 mm + murske 100 mm	15	20	35
AB 40 mm + murske 100 mm	25	20	45
AB 50 mm + murske 100 mm	35	20	55

Sikäli kuin taulukon 6 mukaisen päällysrakenteen kantavuus ei kata kokonaan tarvittavaa kantavuuslisää (ΔE) on kantavan kerroksen paksuutta lisättävä. Kantavan kerroksen murske lisää kantavuutta keskimäärin 2 MN/m^2 jokaista kerrospaksuuden senttimetriä kohti. Näin saadaan selville tarvittava kerrospaksuus.

Sorapäällysteisenä säilytettävän tien tavoitekantavuuden saavuttamiseksi lisätään mursketta samoin kuin edellä eli 2 MN/m^2 vastaa 1 cm paksuista murskekerrosta.

6. RAKENTEEN PARANTAMISEN KUSTANNUKSET

Soratien rakenteen parantaminen ja siihen mahdollisesti liittyvä päällystäminen voidaan toteuttaa kahdella tavalla: joko kunnossapidon varatyönä tai erillisenä rakennusinvestointina. Käytettävien työmäärien ja uhrattavien kustannusten suhteen nämä toteuttamistavat poikkeavat merkittävästi toisistaan.

6.1 Kunnossapidon varatyöratkaisu

Kunnossapidon varatyönä soratien rakenteen parantaminen on kustannuksiltaan halvin ratkaisu. Kustannuksia syntyy lähinnä työstä ja materiaaleista sekä päällysteiden teettämisestä.

Kustannuksia sen sijaan ei synny tukikohdan ylläpidosta eikä organisaatiosta, koska ne ovat jo valmiina olemassa. Yhteiskustannuksia ei siten tarvitse ottaa huomioon.

Kunnossapidon varatyönä toteutetussa soratien rakenteen parantamisessa ei ole tarkoitus kohottaa tien laatutasoa muilla keinoilla kuin päällysrakennetta vahvistamalla. Seuraavat toimenpiteet eivät siten yleensä merkittävässä määrin sisälly rakenteen parantamiseen, joka toteutetaan kunnossapidon varatyönä:

1. mäkisyyden vähentäminen
2. kaarteisuuden vähentäminen
3. lisäalueiden hankinta
4. liittymien korotukset
5. ojitus- ja rumputyöt

Jos näitä toimenpiteitä tehdään, sisältyvät ne yhtä lailla soratien, öljysoratien kuin asfalttibetonitienkin parantamiseen.

6.2

Investointiratkaisu

Kun soratien rakenteen parantaminen toteutetaan erillisenä investointiratkaisuna asetetaan lopputuloksen laatutasolle yleensä korkeampia vaatimuksia kuin kunnossapidon varatyö-
ratkaisussa. Näin ollen investointiratkaisu on myös kustan-
nuksiltaan kalliimpi.

Erillisenä rakennusinvestointina toteutettuun soratien ra-
kenteen parantamiseen sisältyvät yleensä edellä kohdan 6.1
lopussa luetellut toimenpiteet. Ne kohottavat lopputuloksen
laatutasoa verrattuna tien aikaisempaan laatutasoon, mikä
on sitä merkittävämpää mitä korkealuokkaisempaa tietä pa-
rannetaan.

Tukikohdan ja organisaation perustaminen ja ylläpito aiheut-
tavat investointiratkaisussa huomattavat yhteiskustannukset.

6.3

Rakenteen parantamisen km-kustannukset

KUNNOSSAPIDON VARATYÖRATKAISU:

Keskimääräinen kilometrikustannus on laskettu soratielle,
jonka leveys pientareineen on 6,5 m ja päällysteleveys 6,0 m.
Rakennettavan kantavan kerroksen paksuus on vähintään 10 cm
ja tarpeen mukaan (luku 5) enemmänkin kuitenkin enintään
40 cm.

Päällysteiden ja kantavan kerroksen murskesoran toteutuneet
yksikköhinnat vuoden 1979 kustannustasossa ovat seuraavat:

- öljysora 80 kg/m ²	5	mk/m ²
- öljysora 100 kg/m ²	6,5	mk/m ²
- asfalttibetoni 100 kg/m ²	10	mk/m ²
- asfalttibetoni 120 kg/m ²	12	mk/m ²
- murskesora	40	mk/m ³ rtr

Kilometrikustannus on seuraavassa laskettu vähimmäisrakennepaksuuksien mukaiselle päällysrakenteelle, joka sisältää 10 cm paksun kantavan kerroksen. Lisäksi on arvioitu sellaisen rakenteen parantamistoimenpiteen kilometrikustannus, joka soratielle keskimäärin tehdään. Tien kantavuuden korotustarpeeksi on tällöin arvioitu öljysorastamisen yhteydessä 40 MN/m^2 ja kestopäällystämisen yhteydessä 80 MN/m^2 , merkiten noin 15 ja 25 cm paksuisia kantavia kerroksia.

Minimiratkaisu

1.	ÖS	80 kg/m^2	+ Msr 10 cm	56 000 mk/km
2.	ÖS	100 kg/m^2	+ Msr 10 cm	65 000 mk/km
3.	AB	100 kg/m^2	+ Msr 10 cm	86 000 mk/km
4.	AB	120 kg/m^2	+ Msr 10 cm	98 000 mk/km

Keskimääräisratkaisu *)

1.	ÖS	80 kg/m^2	+ Msr 15 cm	69 000 mk/km
2.	ÖS	100 kg/m^2	+ Msr 15 cm	78 000 mk/km
3.	AB	100 kg/m^2	+ Msr 25 cm	125 000 mk/km
4.	AB	120 kg/m^2	+ Msr 25 cm	137 000 mk/km

Vuosina 1978 - 1979 toteutetut soratien rakenteen parantamiset, joihin sisältyy päällystys öljysoralla ovat kunnossapitotoimiston laskelmien mukaan tulleet maksamaan keskimäärin 166 330 mk/km. Kustannukset ovat muodostuneet seuraavasti:

- linjaus	14,8 %
- vahvistus	46,9 %
- kuivatus	11,2 %
- päällyste	27,1 %

Em. kilometrikustannukseen sisältyy runsaat 40 000 mk kustannuksia lisämaista sekä linjauksen ja kuivatuksen parantamisesta, jotka on tehty samanaikaisesti rakenteen parantamisen kanssa. Tässä tarkastelussa niitä ei oteta huomioon.

*) Kilometrikustannukset ilmaisevat kustannuseron päällystetyn tien ja tavoitekantavuuteensa parannetun soratien välillä.

INVESTOINTIRATKAISU:

Soratien rakenteen parantaminen erillisenä rakennusinvestointina, sellaisena kuin se normaalisti tehdään, tulee maksamaan noin 350 000 - 400 000 mk/km. Kustannuksia kertyy kunnossapidon varatyöratkaisuun verrattuna enemmän aiheutuen lopputuloksen korkeammasta laatutasosta ja erillistä rakennuskohdetta rasittavista yhteiskustannuksista.

Kilometrikustannuksesta on kantavan kerroksen ja päällysteen osuutta öljysoralla noin 120 000 mk ja asfalttibetonilla noin 150 000 mk.

7. HOITO- JA KUNNOSTUSKUSTANNUKSET ERI PÄÄLLYSTEILLÄ

Tien päällysteellä on sulan kauden aikana merkittävä vaikutus hoito- ja kunnostustoimenpiteiden tarpeeseen. Vastaavasti hoito ja kunnostuskustannukset vaihtelevat huomattavasti päällystetyypin mukaan.

Oheisissa taulukoissa on esitetty sora-, öljysora- ja asfalttibetoniteiden osalta keskimääräiset vuotuiset hoito- ja kunnostuskustannukset vuoden 1979 kustannustasossa. Kustannuksiin ei sisälly talvihoidon toimenpiteiden aiheuttamia kustannuksia.

Sorateiden hoitokustannukset muodostuvat lanauksesta, höyläyksestä ja pölynsidonnasta. Sorateiden kunnostuskustannukset muodostuvat sorakulutuserroksen vahvistamisesta.

Öljysorateiden ja asfalttibetoniteiden hoitokustannukset muodostuvat paikkauksesta, ajoratamerkinnoistä ja harjauksesta. Öljysorateiden ja asfalttibetoniteiden kunnostuskustannukset muodostuvat kulutuserroksen uudelleenpäällystyksestä.

Taulukko 7. Soratien ajoradan vuotuiset hoito- ja kunnostuskustannukset (pl. talvihoito)

Kp-lkka	Hoito-kustannus	Kunnostus-kustannus	Yhteensä
(KVL)	mk/km/a		
7 < 100	1300	1450	2750
6 100-200	1800	1550	3350
5 200-500	2520	2300	4820
4 500-1500	3400	2500	5900
3 1500-6000	3700	3850	7550

1979. Trk-indeksi
= 232,
"uusi"
= 84,0
(uusi Trk-indeksi vars.
käyttöön 1980,
jolloin se oli
= 100).

Ta
Laskelmaa
ei tulla
tunnus
mutta ei uusia
koti-
alueita
ei! mutta
koti-
koti-
koti-

$$\begin{array}{rcl}
 \underline{1979} \text{ Ös-urakan keskikinta} & : & 4,70 \text{ mly/m}^2 \\
 + \text{ lisaaines} + \text{ murat (}\approx 25\%) & & 1,20 \\
 \hline
 \Sigma & = & 5,90 \text{ mly/m}^2
 \end{array}$$

Tien lereys 6,0 m, ontoseläet + 10%,
 km-kuntamuus $6 \cdot 1,1 \cdot 1000 \cdot 5,90 = 39000 \text{ mly/km}$

Korkokant 6%, anniteetti en' kestoi'ille:

<u>t</u>	<u>C_t</u>	<u>C_t · 39000 mly</u>
5v.	0,237	9260 mly
8v.	0,161	6280 mly
11v.	0,127	4940 mly
14v.	0,108	4200 mly

Tautilukko 8 edellyttää vain 4-8 v. kestolien
 ja vain 14400 mly/km kunnostuskustannus
 $\approx 2,20 \text{ mly/m}^2$!

1979 luvut, luvut, 18
 Trk-indeksi = 84 (1984 = 139)

Taulukko 8. Öljysoratien ajoradan vuotuiset hoito- ja kunnostuskustannukset (pl. talvihoito)

Trk = 232

↓ taajuuks? ja kunnostelu
 km - luvut?
 (taulukon
 arvot km
 päivitys)

Kest-
 iku, v et
 8 0,161
 7 0,179
 6 0,203
 5 0,237
 4 0,289

Kp- lkka	Hoito- kustannus	Kunnostus- kustannus	Yhteensä
	mk/km/a		
7	300	2300	2600
6	535	2600	3135
5	775	3000	3775
4	970	3500	4470
3	1940	4200	6140

Taulukko 9. Asfalttibetonitien ajoradan vuotuiset hoito- ja kunnostuskustannukset (pl. talvihoito)

Kesäkauden

Kp- lkka	Hoito- kustannus	Kunnostus- kustannus	Yhteensä
(KVL)	mk/km/a		
7 (<100)	200	5650	5850
6 (100-200)	400	5650	6050
5 (200-500)	600	7040	7640
4 (500-1500)	1000	8450	9450
3 (1500-6000)	1200	10560	11760

8. AJOKUSTANNUKSET ERI PÄÄLLYSTEILLÄ

8.1 Ajokustannukset keskimäärin

Eri autotyyppien ajokustannukset, eriteltyinä ajoneuvo- ja aikakustannukseen, on esitetty oheisessa asetelmassa vuoden 1980 alun kustannustasossa.

	Ajoneuvo- kustannus	Aika- kustannus
HA	81 p/km	12 mk/h
PA	93 p/km	24 mk/h
LA	244 p/km	111 mk/h
KAIP	207 p/km	30 mk/h
KAPP	251 p/km	30 mk/h
KAVP	268 p/km	30 mk/h

Ajoneuvokustannukset ovat omakustannushintaisia ja niihin sisältyvät välilliset verot. Ne kuvaavat kustannustasoa sellaisena kuin tienkäyttäjät sen kokevat. Aikakustannuksiin sisältyvät palkattujen kuljettajien, apumiesten, rahastajien yms. palkkakustannukset sekä matkustajien ja omaan lukuunsa ajavien kuljettajien ajan arvo.

8.3 Ajoneuvokustannukset

Ajoradan päällyste ja sen kunto vaikuttavat merkittävästi ajoneuvokustannuksen suuruuteen. Tie- ja vesirakennushallituksen tutkimustoimiston vuosina 1977 - 1979 tekemien mitausten mukaan tien päällystämällä voidaan saavuttaa säästöä polttoaineenkulutuksessa seuraavasti:

1. Soratien päällystäminen öljy-soralla tai asfalttibetonilla 20 %
2. Öljysoratien päällysteen uusiminen öljysoralla 12 %

3. Öljysoratien päällysteen uusi-
minen asfalttibetonilla 12 %
4. Asfalttibetonipäällysteen uusiminen 5 %

Ajoneuvokustannus (taulukot 10 - 15) on myös riippuvainen tien mäkisyydestä, kaarteisuudesta ja käytettävästä ajonopeudesta. Alhaiset ajonopeudet ovat yleensä merkkinä runsaasta mäkisyydestä tai kaarteisuudesta, harvemmin suuresta muun liikenteen määrästä.

Taulukko 10 Henkilöauton ajoneuvokustannus

Päällyste	Ajoneuvokust. eri nopeuksilla (km/h)					
	40	50	60	70	80	90
	p/km					
Sora	102	95	90	88	88	90
Öljysora	92	87	83	81	81	83
Asfalttibetoni	90	85	81	79	79	81

Taulukko 11 Pakettiauton ajoneuvokustannus

Päällyste	Ajoneuvokust. eri nopeuksilla (km/h)					
	40	50	60	70	80	90
	p/km					
Sora	114	107	102	100	100	102
Öljysora	104	99	95	93	93	95
Asfalttibetoni	102	97	93	91	91	93

Taulukko 12 Linja-auton ajoneuvokustannus

Päällyste	Ajoneuvokust. eri nopeuksilla (km/h)					
	40	50	60	70	80	90
	p/km					
Sora	294	277	265	259	259	271
Öljysora	273	259	249	244	244	254
Asfalttibetoni	268	254	245	240	240	250

Taulukko 13 Perävaunuttoman kuorma-auton ajoneuvokustannus

Päällyste	Ajoneuvokust. eri nopeuksilla (km/h)					
	40	50	60	70	80	90
	p/km					
Sora	253	237	227	221	221	232
Öljysora	234	221	212	207	207	216
Asfalttibetoni	233	216	207	203	203	212

Taulukko 14 Puoliperävaunuyhdistelmän ajoneuvo-
kustannus

Päällyste	Ajoneuvokust. eri nopeuksilla (km/h)					
	40	50	60	70	80	90
	p/km					
Sora	328	303	286	277	277	295
Öljysora	300	279	264	257	257	272
Asfalttibetoni	292	272	258	251	251	265

Taulukko 15 Täysperävaunuyhdistelmän ajoneuvo-
kustannus

Päällyste	Ajoneuvokust. eri nopeuksilla (km/h)					
	40	50	60	70	80	90
	p/km					
Sora	353	325	306	296	296	316
Öljysora	320	296	280	272	272	288
Asfalttibetoni	311	289	274	266	266	282

8.3

Aikakustannukset

Ajoradan päällyste ja sen kunto vaikuttavat käytettävään ajonopeuteen ja näin syntyviin aikakustannuksiin. Ajokilometriä kohti syntyvä aikakustannus on kääntäen verrannollinen käytettävään ajonopeuteen. Taulukossa 16 on esitetty kohdan 8.1 mukaiset keskimääräiset aikakustannukset eri ajonopeuksilla.

Taulukko 16 Autotyyppien aikakustannukset

Auto- tyyppi	Aikakustannus eri nopeuksilla (km/h)					
	40	50	60	70	80	90
	p/km					
HA	30	24	20	17	15	13
PA	60	48	40	34	30	27
LA	278	222	185	159	139	123
KAIP	75	60	50	43	38	33
KAPP	75	60	50	43	38	33
KAVP	75	60	50	43	38	33

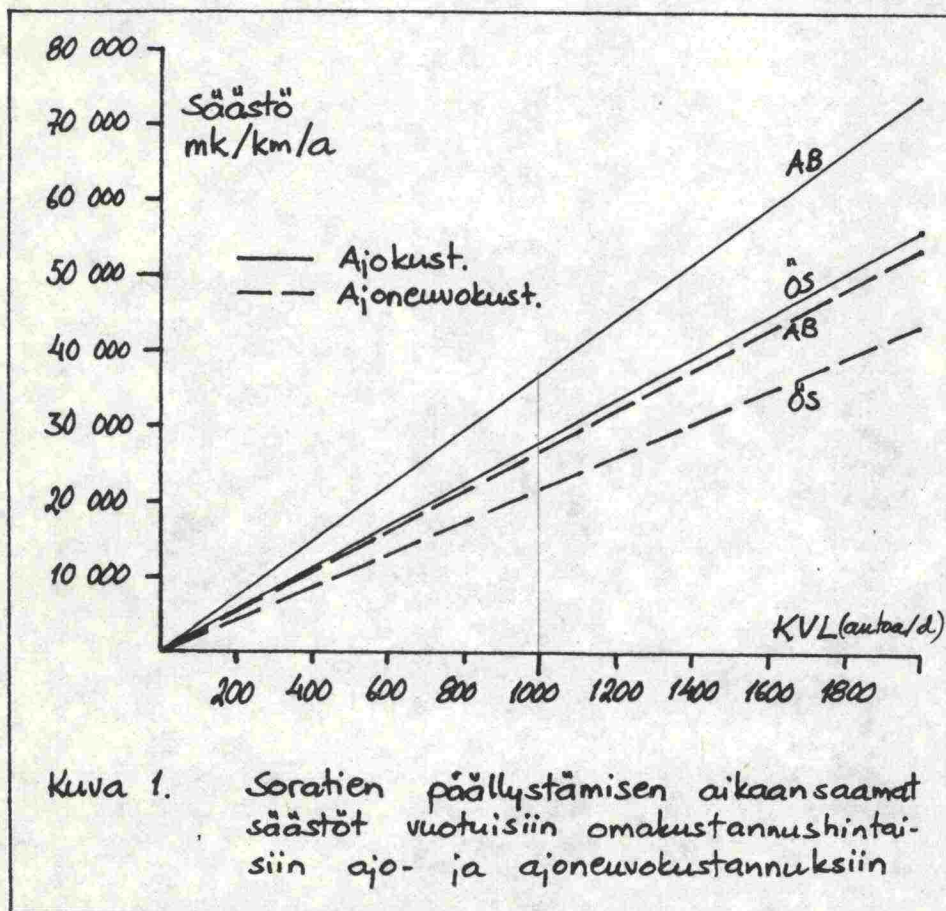
8.4

Päällystämisen ajokustannussäästöt

Soratien rakenteen parantaminen ja päällystäminen vaikuttaa ajokustannuksiin monin eri tavoin. Päällystetyllä tiellä polttoaineenkulutus on pienempi kuin sorapintaaisella tiellä. Samoin syntyvä korjaus- ja huoltotarve on vähäisempää kun tiellä on päällyste. Korkealuokkaaisempi päällyste nostaa hieman käytettyjä ajonopeuksia ja pienentää syntyviä aikakustannuksia.

Ajokustannussäästöjen laskennassa on oletettu kevyiden ajoneuvojen (HA + PA) käyttämäksi keskimääräiseksi ajonopeudeksi 65 km/h. Raskaiden ajoneuvojen vastaava nopeus on 60 km/h. Öljysorapäällysteen on arvioitu kohottavan käytettäviä keskimääräisiä ajonopeuksia 5 km/h ja asfalttibetonipäällysteen 10 km/h.

Ajokustannussäästöjä on arvioitu kertyvän 8 kuukauden ajalta eli silloin kun tien pinta on paljas lumesta ja jäästä. Vuotuiset ajokustannussäästöt KVL:n funktiona on esitetty oheisessa kuvassa 1.



9. YHTEENVETO SORATIEEN RAKENTEEN PARANTAMISEN
KUSTANNUUSVAIKUTUKSISTA

Kustannussäästöt on laskettu 20 vuoden pituiselta ajanjak-
solta ja ne on diskontattu nykyhetkeen 6 % diskonttokorolla.
Kustannukset ja säästöt on laskettu tiekilometriä kohden
(mk/km).

Hoito- ja kunnostuskustannussäästöt (mk/20a):

Kp-lkka	ös	AB
7	12 000 mk	-5 000 mk
6	15 000 mk	-2 000 mk
5	27 000 mk	11 000 mk
4	29 000 mk	14 000 mk
3	33 000 mk	-8 000 mk

Ajokustannussäästöt (mk/20a):

ös: $392 \cdot KVL_{t_0}$ (mk)

AB: $538 \cdot KVL_{t_0}$ (mk)

Investointikustannus:

ös, $KVL < 300 : 56\,000 \text{ mk} + 2600 \cdot X$
 $KVL > 300 : 65\,000 \text{ mk} + 2600 \cdot X$

AB, $KVL < 1000 : 86\,000 \text{ mk} + 2600 \cdot X$
 $KVL > 1000 : 98\,000 \text{ mk} + 2600 \cdot X$

missä $X =$ Kantavan kerroksen paksuus (cm)
 10 senttimetriä ylittävältä osalta

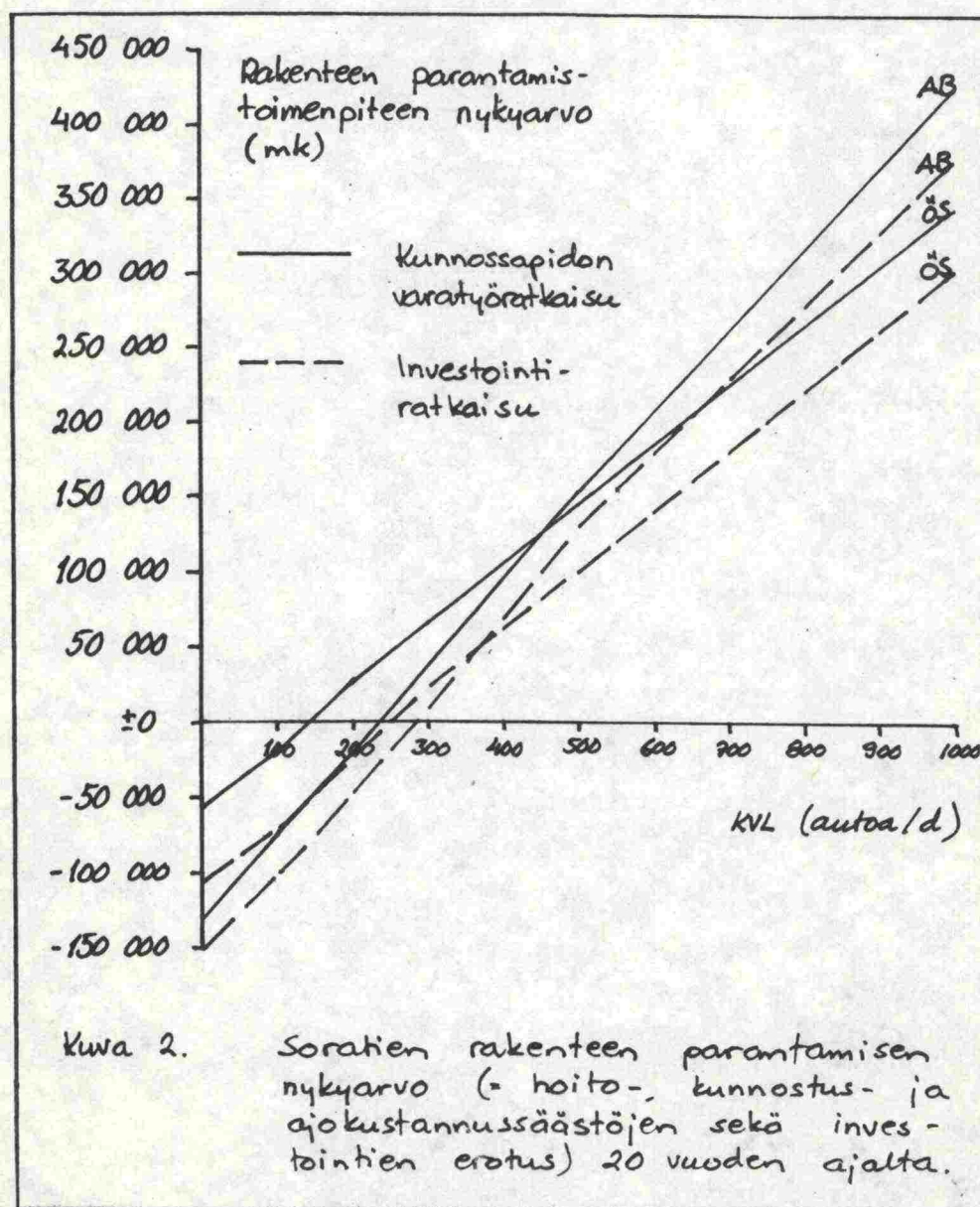
Lisäinvestointikustannus kunnossapidon varatyönä keskimääräisissä oloissa (vrt. sivu 15):

ÖS, KVL < 300 : 69 000 mk
KVL > 300 : 78 000 mk

AB, KVL < 1000 : 125 000 mk
KVL > 1000 : 137 000 mk

Investointikustannus erillisenä rakennusinvestointina öljysoralla 350 000 mk ja asfalttibetonilla 400 000 mk, josta lisäinvestointikustannuksen osuus öljysoralla 120 000 mk ja asfalttibetonilla 150 000 mk.

Kuvassa 2 on esitetty kustannusvaikutukset keskimääräisen vuorokausiliikenteen funktiona.



Kunnossapidon varatyönä toteutettuna tulee soratien päällystämisen öljysoralla kysymykseen liikennemäärän ylittäessä 150 autoa/d ja asfalttibetonilla liikennemäärän ylittäessä 250 autoa/d.

Erillisenä investointiratkaisuna toteutettuna tulee soratien päällystäminen kysymykseen öljysoralla liikennemäärän ylittäessä 250 autoa/d ja asfalttibetonilla liikennemäärän ylittäessä 300 autoa/d.

Molemmissa tapauksissa asfalttibetoni tulee öljysoraa edullisemmaksi milloin keskimääräinen vuorokausiliikenne on suurempi kuin 450 autoa vuorokaudessa.

Edellä olevat johtopäätökset tarkoittavat sellaisen soratien päällystämistä, joka täyttää sorateille asetetut kantavuusvaatimukset.

ISBN 951-46-4626-6